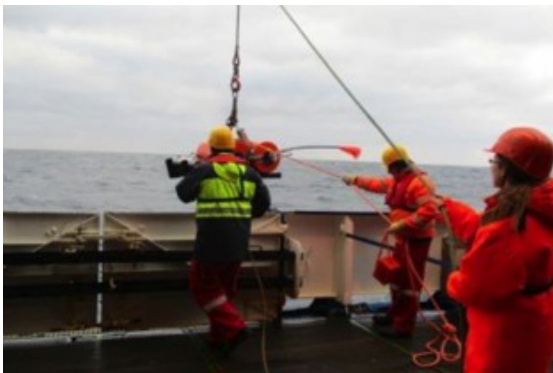


## PS109 – Wochenbericht Nr. 1 | 12. - 17. September 2017

# Die Expedition GRISO - “Greenland ice sheet/ocean interaction”

[19. September 2017]

Am Nachmittag des 12. September verließ der Forschungseisbrecher Polarstern den Hafen von Tromsø. Mit an Bord sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus sieben Nationen, die das Spektrum von Physikalischer Ozeanographie, Geochemie, Glaziologie, Geodäsie, Geologie, Geophysik, Atmosphärenphysik- und Chemie sowie Biologie und Biogeochemie abdecken. Auf der Expedition “Greenland ice sheet/ocean interaction” (GRISO) sollen die komplexen physikalischen Wechselwirkungen zwischen dem Ozean und dem Eisschild in Nordostgrönland sowie deren Auswirkungen auf das marine Ökosystem erforscht werden.



Zunächst jedoch stand zu Beginn der Reise ein seismologisches Experiment an einem langgezogenen untermeerischen Gebirge - dem Knipovich Rücken – im Mittelpunkt. Hier driften die Kontinente Nordamerika und Eurasien so langsam auseinander, dass kaum genug Schmelze entsteht, um die Lücke zu füllen. Als Resultat entstehen an einigen Stellen riesige Vulkane mit einer mächtigen Lavaschicht, während dazwischen der Erdmantel an den Meeresboden befördert wird. Um besser zu verstehen, wie neuer Ozeanboden an diesen ultralangsamem Rücken entsteht, zeichnen wir kleinste Erdbeben auf, die diesen Prozess begleiten. Bei unruhiger See und starkem Wind wurden in dieser Woche 4 Ozeanbodenseismometer nahe der Rückenachse ausgebracht. Aus den Tiefen der Erdbebenherde können wir dann auf die Mächtigkeit der jungen Ozeanlithosphäre schließen und ihre Temperatur bestimmen. Die Erdbebenverteilung wird uns aktive Störungen anzeigen und Bereiche, in denen die neue Lithosphäre sich ganz ohne Erdbeben bewegen kann. Zusammen mit 23 im letzten Jahr ausgelegten Ozeanbodenseismometern sollen die 4 hier ausgelegten Geräte im Oktober von FS Merian geborgen werden, um neuartige Daten aus der Tiefe ans Licht zu bringen.

Nach Abschluss der seismologischen Arbeiten führte uns der Weg in die Framstraße – die Meeresenge zwischen dem Europäischen Nordmeer und dem Nordpolarmeer. Entlang des Greenwich-Meridians gelangten wir in die Eisrandzone hinein bis 80°50'N nach Norden – dem nördlichsten Punkt den diese Expedition ansteuern wird. Entlang der Fahrtroute wurden Messungen der Hydrographie und der Zirkulation vorgenommen und Wasserproben genommen.



In der östlichen Framstraße führt der Westspitzbergenstrom als Verlängerung des Systems Golfstrom – Nordatlantikstrom warmes, salzhaltiges Wasser gen Norden. Während ein Teil des Wassers seinen Weg ins Nordpolarmeer fortsetzt, verlässt ein erheblicher Teil den Westspitzbergenstrom im Bereich der Framstraße nach Westen, um dann auf der Westseite dieser Meeresenge seine Rückreise gen Süden anzutreten. Diese Querkirkulation ist bislang wenig erforscht, spielt aber eine zentrale Rolle für die Forschungsfragen unserer Expedition. Die Stärke der Querkirkulation entscheidet letztlich darüber, welche Menge an ozeanischer Wärme auf den Schelf von Nordostgrönland einströmen kann, um dort zum Abschmelzen der marinen Auslassgletscher beizutragen.

Mittlerweile haben wir den Ostgrönlandstrom überquert und befinden uns auf dem Schelf von Nordostgrönland. Hier kündigt uns die Sicht auf erste Eisberge die Nähe der grönländischen Küste an. Das Team der Meereisbiologen an Bord beabsichtigt, mit dem sogenannten Bongonetz Polardorschlarven nahe des Grönlandschelfs zu fischen. Zwei mal kam das Netz schon zum Einsatz. Das Ziel ist es, genetische Unterschiede zwischen verschiedenen arktischen Polardorschpopulationen zu erfassen und mehr über die Diversität und Anpassungsfähigkeit des Polardorschs zu erfahren. Bei der starken Veränderung des Arktischen Ozeans erhoffen sich die Biologen, Vorhersagen über die zukünftige Verbreitung des Polardorschs treffen und somit den Grundstein zu ihrem Schutz liefern zu können.

Herzliche Grüße von Bord senden,

Torsten Kanzow, Michaela Meier, Julia Ehrlich und Sarah Maes

## Am 79°N Gletscher

[26. September 2017]

Wir können auf eine sehr bewegte und aufregende Woche zurückblicken. Zu Beginn konzentrierten sich unsere Arbeiten noch auf den Bereich der Schelfkante Nordostgrönlands am Eingang des Westwind Trops - einer sich zum inneren Schelf fortsetzenden, kanalartigen Vertiefung. In diesem Trog befindet sich am Boden das verhältnismäßig warme Atlantikwasser.

Neben hydrographischen Messungen standen hier geologische Sedimentarbeiten mit dem Schwerelot im Mittelpunkt. Letztere sollen einen Aufschluss darüber erlauben, wie weit sich der grönländische Eisschild auf den Kontinentalschelf während der letzten Eiszeit erstreckte, und in welcher Abfolge er sich wieder zurückzog. Ebenso konnten wir in diesem Gebiet gezielt Sedimente vom Meeresboden beproben, anhand derer untersucht werden soll, wie der Schmelzwassereintrag durch die grönländischen Gletscher die benthisch-biogeochemischen Prozesse beeinflussen.

Vorbei an einer Vielzahl von Eisbergen folgte Polarstern hiernach dem Verlauf des Westwind Trops nach Westen, in dem die geologischen und benthischen Arbeiten fortgesetzt wurden. Zu diesem Zeitpunkt konnten nun auch die Geodäten, Seismologen und Glaziologen, die allesamt wissenschaftliche Fragestellungen auf dem grönländischen Festland und dem 79°N Gletscher verfolgen, ihre helikopterbasierten Flüge beginnen.

Wir setzen den Weg an die grönländische Küste bis zum Eingang des Djimphna Sundes fort. Sehr dichtes Eis ließ uns dabei nur langsam vorankommen. Der Djimphna Sund führt - umrahmt von steilen, verschneiten Felsen - zur verhältnismäßig kleinen, nördlichen Kalbungsfront des 79°N Gletschers. Am Eingang des Sundes konnten wir eine ozeanographische Verankerung bergen, die seit August 2016 kontinuierlich das Ausströmen des gletscherbeeinflussten Ozeanwassers vermessen hatte. Angesichts der Präsenz von tiefreichenden Eisbergen sind wir sehr glücklich, dass uns diese Bergung gelungen ist.



Hiernach gelangten wir an der grönländischen Küste ca. 30 Meilen südwärts, um in die felsenumrahmte, verschneite und atemberaubend schöne Bucht vor der Hauptkalbungsfront des 79°N Gletschers zu gelangen – ein sehr wichtiges Ziel unserer Expedition. Dieser Gletscher weist eine zwischen Felsen eingekeilte schwimmende Eiszunge auf, die auf einer Länge von 80 km eine mit Meerwasser gefüllte, mehrere Hundert Meter tiefe Kaverne aufweist. Es konnten alle vier im letzten Jahr direkt vor der Gletscherfront ausgelegten ozeanographischen Verankerungen geborgen werden. Dabei handelt es sich um die ersten Zeitserienmessungen in diesem Bereich überhaupt. Ferner wurden ein schiffsbasiertes Messprogramm der Atlantik- und Schmelzwasserzirkulation und eine intensive chemische Wasserprobennahme durchgeführt. Auch weitere benthische und geologische Untersuchungen im Zusammenhang mit dem 79°N Gletscher standen

Vordergrund. Zudem können wir von einem äußerst erfolgreichen Einsatz mit dem autonomen Tauchboot PAUL entlang des komplexen Einstrompfades des Atlantikwassers zum 79°N Gletscher berichten. Die Arbeiten liefen dabei bei Außentemperaturen bis zu -15°C und rasch voranschreitender Neueisbildung ab. Dem unermüdlichen Einsatz und der enormen Erfahrung des Brücken- und Deckspersonals von Polarstern ist es zu verdanken, dass wir komplexe Messsysteme wie die CTD Rosette, die benthischen Lander oder auch das Tauchboot bei diesen Bedingungen erfolgreich betreiben können. Aufgrund der großen Einsatzbereitschaft des Helikopterteams und der zuverlässigen Vorhersagen der Bordwetterwarte zeigen die flugbasierten Arbeiten trotz der recht unvorteilhaften, variablen und winterlichen Bedingungen einige Erfolge. Die Geodäten und Seismologen haben erfolgreich Messsysteme auf dem grönländischen Festland aufstellen können und die Glaziologen konnten eine Reihe von Dickenmessungen der Gletschereiszunge durchführen.

Stellvertretend für die gesamte wissenschaftliche Besatzung dieser Expedition grüßt sehr herzlich,

Torsten Kanzow

## Zwischen Ile-de-France und Norske Oer

[05. Oktober 2017]

Diese Woche begann mit einem Misserfolg. Drei Verankerungen, die sich am nördlichen Ausgang der Bucht des 79°N Gletschers befinden, um die Zirkulation am Übergang vom Norske Trog im Süden und dem Westwind Trog im Norden zu erfassen, konnten auf Grund des dichten Eises nicht geborgen werden.



Wir setzen daher am Montag unsere Reise nach Süden fort. Unser Trost ist, dass die Verankerungen auch in einem oder zwei Jahren noch sicher zu bergen sein werden und auch weiterhin Messdaten aufzeichnen werden.

Wir verbrachten hiernach die Woche in Nahdistanz zu einer direkt der grönländischen Küste vorgelagerten Inselkette zwischen Norske Oer im Norden und Ile-de-France im Süden. Wenn sich der Nebel lichtete, bekamen wir die winterliche Felsenlandschaft und auch den einen oder anderen Eisbären zu sehen. Auf 4 unterschiedlichen Schnitten führten wir erfolgreich hydrographische Messungen unter teilweise schwierigen Eisbedingungen durch. Die wissenschaftliche Zielsetzung der Ozeanographen war die Erforschung der Zirkulationspfade des Atlantikwassers - sowohl entlang der Achse des Norske Trogs als auch zwischen dem Norske Trog und der westlich der Inselkette liegenden Jøkelbugten. In letzterer Bucht mündet der Zachariae Gletscher, der wie der unmittelbar nördlich davon liegende 79°N Gletscher vom nordostgrönländischen Eisstrom gespeist wird.

Die Meerestiefen um die Inselkette herum sind bis dato weitestgehend unbekannt. Auf Grund des navigatorischen Geschickes der Nautiker von Polarstern gelang es uns unter Führung der Geologen, die Meerestiefen am Eingang der beiden größten Meeresengen zwischen den Inseln mit dem schiffseigenen Fächerecholot zu kartieren – inmitten von beeindruckend langgesteckten und großen Eisbergen. Auf der Basis der Kartierungen konnten die Ozeanographen dann an gezielten Positionen hydrographische Vermessungen durchführen. Die Daten werden es uns erlauben zu verstehen, in welcher Form der Zachariae Gletscher dem Einstrom von Atlantikwasser ausgesetzt ist. Begleitet wurde das Programm von überaus erfolgreichen Arbeiten der Geologen mit dem Schwerelot.

Auch die benthischen Biologen brachten den Multicorer an drei ausgewählten Orten zum Einsatz und konnten zudem eine Landerauslegung verbuchen – gefolgt von der Bergung zwei Tage später. Erfolgreich kommen auch die Arbeiten mit einem autonomen Fluggerät voran, das dafür ausgelegt ist, in bis zu 1000 m Höhe Proben der Methanverteilung in der Atmosphäre zu sammeln.

Derweil erschwerten die schlechten Sichtbedingungen auf Grund von niedriger Bewölkung, Nebel und teilweise auch gefrierendem Regen die helikoptergebundenen Arbeiten leider erheblich. Flüge über größere

Distanzen waren damit aus Sicherheitsgründen in dieser Woche ausgeschlossen. Trotz der Widrigkeiten gelang es den Helipiloten, kürzere Wetterfenster zu nutzen, so dass die Geodäten eine Messstation zum Wochenbeginn auf einer nahegelegenen Insel ausbringen und später in der Woche auch wieder sicher bergen konnten. Den Geologen gelang es dort dann auch, die ersehnten kosmogenen Gesteinsproben zu sammeln. Ferner konnten die Ozeanographen mit mobilen Geräten vom Meereis aus eine Tiefenlotung und eine hydrographische Messung in der Jøkelbugten vornehmen, die vom Schiff aus auf Grund des Festeises und der Eisberge nicht befahrbar ist. Andere wichtige fluggestützte Ziele jedoch, wie die Installation einer Eisboje vor dem Zachariae Gletscher oder weitere glaziologische Messungen auf dem 79°N Gletscher, konnten nicht realisiert werden.

Im Gegensatz zum Wochenanfang verliefen die weiteren Verankerungsarbeiten indes sehr erfreulich. Es gelang uns, alle vier auf dem Ile-de-France-Schnitt quer über den Norske Trog vor einem Jahr ausgelegten Verankerungen von Polarstern aus binnen eines Tages zu bergen. Die Daten werden uns weitere wichtige Aufschlüsse über die Stärke und die zeitlichen Schwankungen der Atlantikwasserzirkulation liefern.

In diese Woche fiel zudem auch unser Bergfest, das wir an der Südspitze der Insel Norske Oer mit einem Grillabend begingen. Zwei Grills waren im windgeschützten Bereich auf dem Arbeitsdeck aufgebaut worden, und eine reichhaltige und leckere Auswahl an Grillfleisch, Spanferkel, Salaten und vielerlei mehr stand zum Verzehr bereit. Unser herzlicher Dank geht an das gesamte Küchen-, Service- und Deckpersonal an Bord, die uns diesen Abend möglich gemacht haben.

Viele Grüße im Namen der wissenschaftlichen Besatzung sendet,

Torsten Kanzow

## Am äußeren Schelf

[10. Oktober 2017]

Zum Wochenbeginn hieß es Abschied nehmen von der grönländischen Küste. Wir ließen die Eisberge und das Meereis hinter uns und gelangten in südöstlicher Richtung entlang der Achse des Norske Trops in den Bereich des mittleren Schelfs, in dem sowohl eine Schwelle im Trog vorhanden als auch der nördliche Hang hin zur flachen Belgica Bank besonders steil ausgeprägt ist. An dieser Stelle erwarteten wir, dass der Zustrom von Atlantikwasser gen Küste besonders fokussiert als Randstrom auftreten würde.



Hier kam das autonome Tauchboot PAUL erneut zum Einsatz, um den Randstrom gezielt zu vermessen. Begleitende schiffsbasierte Messungen (CTD, Mikrostruktur und LADCP sowie benthische Sedimentproben) bestätigten die Gegenwart des Randstroms. Hiernach begaben wir uns auf einen nördlich des Norske Trog ostwärts verlaufenden Kurs zum äußeren Schelf hin, um bei 10°O nach Süden in den Bereich des Trops zurückzukehren. Entlang der Route kamen hydrographische Messungen zum Einsatz, ergänzt durch biologische Probennahmen mit dem Bongonetz. Wir konnten zeigen, dass auch in dieser relativ flachen Region des Schelfs warmes Atlantikwasser in Bodennähe vorhanden ist. Insgesamt legten wir 3 Verankerungen auf dem Weg aus, die 2018 wieder geborgen werden sollen. Nachfolgende Analysen sollen dann zeigen, ob von dieser Region aus Atlantikwasser in den Trog eingespeist wird, um so zur Küste Grönlands zu gelangen.

Am Mittwoch setzten wir unsere Fahrt entlang der Trogachse in Richtung Schelfkante fort. Hier bargen wir eine im letzten Jahr ausgelegte ozeanographische Verankerung, nahmen Sedimentproben für biogeochemische Arbeiten und legten an denselben Positionen einen Lander aus. In der Folge absolvierten wir entlang des Schnitts über die Schelfkante auf den Kontinentalabhang hinaus ein Programm aus hydrographischen Messungen, Schwereloteinsätzen, biologischen Netzfängen sowie Sedimentprobennahmen.

Hier machten uns am Donnerstag und in der Nacht zum Freitag stürmische Winde zu schaffen. Eine geplante Landerauslegung wurde abgesagt, und stundenlang war gar kein Geräteeinsatz möglich. Am Freitagmorgen legten wir bei deutlich ruhigeren Bedingungen eine ozeanographische Verankerung zur Erfassung des Atlantikwassers im Ostgrönlandstrom aus, um den Bezug zwischen der Zirkulation im Norske Trog und dem großräumigen Strömungssystem in der Framstraße herzustellen. Wir konnten hiernach den zwei Tage zuvor ausgelegten Lander bergen und in der folgenden Nacht das entsprechend gekürzte, am Vortag begonnene Messprogramm auf dem Kontinentalabhang beenden.

Im Verlauf des Samstags verließen wir den Kontinentalabhang nach Südosten in Richtung Grönlandsee. Hier standen zwecks Gerätekalibrierung zwei Tiefsee-CTD-Stationen an, die regional an eine vom AWI vor etlichen Jahren begonnene Zeitserienstation anschlossen. Unsere CTD-Messungen legen nahe, dass die langzeitliche

Erhöhung der Bodenwassertemperaturen in der Grönlandsee sich weiter fortgesetzt hat, vermutlich bedingt durch das Ausbleiben tiefreichender, winterlicher Konvektion in dieser Region. Hiernach traten wir in der Nacht zum Sonntag den langen Transit nach Bremerhaven an, wo wir am Abend des 13. Oktober eintreffen werden.

Vor dem Hintergrund des globalen Meeresspiegelanstiegs und des Rückzugs des grönländischen Eisschildes diente die Expedition PS109 der Erforschung der Wechselwirkung zwischen dem Ozean und den Gletschern Nordostgrönlands sowie der Auswirkung dieser Wechselwirkung auf das regionale Ökosystem. Insbesondere während der Arbeiten vor der Küste Grönlands in der zweiten und dritten Woche konnten wir mit Sicht auf den 79°N Gletscher inmitten von dichtem Meereis bei winterlichen Bedingungen und umgeben von Eisbergen einen starken visuellen Bezug zwischen unserem Messprogramm und der rauen Natur Nordostgrönlands herstellen. Wir kehren mit vielen wertvollen Datensätzen und Proben, Erinnerungen an atemberaubende Ausblicke und voller Dank an den Kapitän und die Besatzung von Polarstern die Rückreise an.

Herzliche Grüße im Namen der gesamten wissenschaftlichen Besatzung an Bord,

Torsten Kanzow



# Erforschung des grönländischen 79-Nord-Gletschers

## Forschungsschiff Polarstern kehrt aus der Arktis zurück

[12. Oktober 2017]

Das Forschungsschiff Polarstern wird am Freitagabend, den 13. Oktober 2017 nach gut fünf Monaten aus der Arktis in seinen Heimathafen Bremerhaven zurückkehren. Letztes Forschungsgebiet war der sogenannte 79-Nord-Gletscher im Nordosten Grönlands. Dort haben Wissenschaftler an Bord untersucht, wie sich die seit etwa zwanzig Jahren steigende Ozeantemperatur vor dem Gletscher auf dessen Eismassen auswirkt.

Es ist ein ganz besonderes Gebiet, das die 45 Wissenschaftler an Bord des Forschungsschiffes Polarstern in den letzten Wochen erforscht haben: Der 79-Nord-Gletscher im Nordosten Grönlands. Zusammen mit dem benachbarten Gletscher namens Zachariæ Isstrøm führt er die Eismassen des nordostgrönländischen Eisstroms ins Meer ab, einem Gebiet, das etwa 16 Prozent der Fläche des grönländischen Eisschildes entspricht. Der 79-Nord-Gletscher weist eine 80 Kilometer lange schwimmende Eiszunge auf – ähnlich den Schelfeisen in der Antarktis. Darunter liegt eine Kaverne, die mit Meerwasser gefüllt ist.



Langzeituntersuchungen des Alfred-Wegener-Instituts, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) haben gezeigt, dass das Atlantikwasser in der Framstraße (am Übergang des Europäischen Nordmeeres zum Nordpolarmeer) in den letzten zwanzig Jahren um etwa ein Grad wärmer geworden ist. Weiterhin zeigen die Daten, dass sich diese Erwärmung auch auf den grönländischen Schelf mit dem dort einströmenden Atlantikwasser bis hin zum 79-Nord-Gletscher ausgedehnt hat. Warmes Wasser kann Gletscher von unten abschmelzen. Der Zachariæ Isstrøm hat seine Gletscherzunge vor wenigen Jahren verloren und die AWI-Forscher wollen jetzt durch see- und landseitige Messungen untersuchen, ob dem 79-Nord-Gletscher dasselbe widerfährt. Das könnte in der Zukunft durchaus passieren, da wärmeres Umgebungswasser zu einem erhöhten Abschmelzen führen würde. Aber auch dynamische Effekte (veränderte Fließgeschwindigkeiten) wirken sich auf die Dicke des Gletschers aus. Ziel ist es, die dahinterliegenden Mechanismen besser zu verstehen.



„Durch unsere Messungen im Ein- und Ausstrombereich direkt vor der Kaverne wollen wir beobachten, in welcher Menge warmes Wasser in die Kaverne einströmt, und wie viel Wärme dem Wasser für das Schmelzen von Eis verloren geht“, erläutert Prof. Dr. Torsten Kanzow, AWI-Ozeanograph und Leiter der Expedition. Dafür hatten er und sein Team im vorigen Jahr Verankerungen mit Messsensoren direkt vor der Gletscherkaverne aber auch an anderen Schlüsselstellen für die Zirkulation von Atlantikwasser auf dem grönländischen Schelf ausgelegt. So wollen die Forscher der Zirkulation des Atlantikwassers von der Framstraße über den weiten Schelf Nordostgrönlands hinweg bis hin zum Gletscher nachspüren. Sie wollen herausfinden, wie stark diese Zirkulation ist und welchen zeitlichen Schwankungen sie unterliegt.

„Wir können aus unseren Messungen nun zeigen, dass während der gesamten Zeit seit dem Sommer letzten Jahres kontinuierlich relativ warmes Wasser unter den Gletscher eingeströmt ist“, sagt Torsten Kanzow. Dabei sei die Strömung aber nicht konstant gewesen, sondern zeitlichen Schwankungen unterworfen. Der Ozeanograph erläutert: „Warum beispielsweise Ende 2016 die Strömung auf einmal zunahm, ist uns noch nicht klar, spricht aber dafür, dass der Auslöser hierfür eher außerhalb der Kaverne zu suchen ist.“ Auch im Bereich des Zustroms auf dem mittleren Schelf hatten die Ozeanographen in ihren Messdaten zeitweise ungewöhnlich warmes Atlantikwasser entdeckt. „Inwiefern dieses dann auch in den Gletscher einströmt, können wir noch nicht sagen – diese computergestützten Untersuchungen werden wir erst in Bremerhaven vornehmen können“, sagt Torsten Kanzow.



Um die kleinräumige Zirkulation vor dem Gletscher genau zu untersuchen, kam auch das autonome Unterwasserfahrzeug (AUV) der AWI-Tiefseegruppe zum Einsatz. Durch seine Manövrierfähigkeit ist es ideal geeignet, ozeanographische Messungen im Bereich unmittelbar vor dem Gletscher durchzuführen, der von komplizierter Bodentopographie mit vielen kleinen Untiefen und Gräben geprägt ist. Das AUV kann engmaschige Kurse abfahren und Daten liefern, die zeigen, wie die kleinräumige Vermischung des Wassers direkt vor der Kalbungsfront abläuft, das in die Kaverne ein- und aus ihr ausströmt.

Schon im Frühsommer 2017 hatten AWI-Glaziologen begonnen, den Gletscher unter die Lupe zu nehmen. Dazu sind sie mit einem Helikopter an 50 verschiedene Stationen geflogen und haben die Eiszunge mit einem Radar

vor Ort vermessen. Außerdem haben sie vier autonome Stationen ausgebracht, die ihre Daten über einen längeren Zeitraum übermitteln. Einige der Stationen wurden während der aktuellen Polarstern-Expedition mit Hilfe der Bord-Helikopter nun erneut vermessen. Im Jahr 2018 ist eine zweite Kampagne zu den Messstationen geplant. Aus den Unterschieden der Radarmessungen der beiden Jahre lässt sich dann die Schmelzrate der Eiszunge an der Unterseite bestimmen. Die AWI-Glaziologen kombinieren diese direkten Messungen mit Satellitendaten und können so untersuchen, welche Rolle das Schmelzen an der Unterseite des Gletschers beim Massenverlust Grönlands spielt.



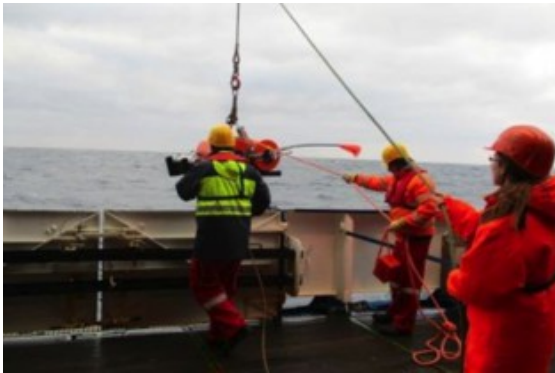
„Sehr spannend war ein Tauchgang unseres AUV direkt vor dem Gletscher, denn dort war dichtes Eis und es ist dem Geschick der Besatzung zu verdanken, dass es wieder sicher geborgen werden konnte“, stellt Torsten Kanzow eine Besonderheit der Expedition heraus. „Außerdem war in diesem September der Winter schon deutlich zu spüren,“ vergleicht der Fahrtleiter die Bedingungen mit seiner letztjährigen Expedition, die schon im August stattfand. „Die massive Neueisbildung vor der Küste machte uns bei unseren Arbeiten zu schaffen. Geräte, die mit Meerwasser in Berührung kamen, froren uns ein. Spannend waren die Verankerungsaufnahmen in teilweise dichtem Eis und Nebel, bei denen sich wieder einmal gezeigt hat, wie sehr unser Erfolg auf die außergewöhnlichen Erfahrungen und Fähigkeiten der Mannschaft von Polarstern angewiesen ist,“ spricht er seinen Dank für die Crew aus.

Die Polarstern war am 24. Mai 2017 in Bremerhaven zur diesjährigen Arktissaison ausgelaufen. Auf vier verschiedenen Abschnitten war das Forschungsschiff vor allem rund um die Inselgruppe Spitzbergen unterwegs, bevor die letzte Expedition jetzt bis nach Nordostgrönland führte. Bis kurz vor Weihnachten wird das Schiff in der Bremerhavener Lloydwerft liegen und dort unter anderem eine neue Wellengeneratoranlage und einen frischen Unterwasseranstrich bekommen, bevor es Richtung Antarktis ausläuft.

## The expedition GRISO - “Greenland ice sheet/ocean interaction”

[19. September 2017]

Am Nachmittag des 12. September verließ der Forschungseisbrecher Polarstern den Hafen von Tromsø. Mit an Bord sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus sieben Nationen, die das Spektrum von Physikalischer Ozeanographie, Geochemie, Glaziologie, Geodäsie, Geologie, Geophysik, Atmosphärenphysik- und Chemie sowie Biologie und Biogeochemie abdecken. Auf der Expedition “Greenland ice sheet/ocean interaction” (GRISO) sollen die komplexen physikalischen Wechselwirkungen zwischen dem Ozean und dem Eisschild in Nordostgrönland sowie deren Auswirkungen auf das marine Ökosystem erforscht werden.



The first focus of the expedition, however, was a submarine mountain range – the Knipovich Ridge. Here, the continents of Eurasia and North America drift apart so slowly that magma hardly manages to fill the gap between the diverging plates. As a result, giant volcanoes form at some places whereas the Earth’s mantle is brought to the surface at other places. To better understand how new ocean floor is created at these so-called ultraslow spreading ridges, we record the small earthquakes that accompany this process.

In rough seas four ocean bottom seismometers were deployed at the ridge axis. The depths of the earthquake foci will allow us to estimate the thickness of the young ocean lithosphere and to determine its temperature. The earthquake distribution will tell us where active deformation takes place and will delineate areas that deform without any earthquakes. Together with 23 ocean bottom seismometers deployed last year the 4 devices will be recovered in October this aboard R/V Merian, hopefully returning exciting data from the bottom of the ocean.

Having accomplished the seismological work we steamed toward Fram Strait – marking the transition between the Nordic Seas and the Arctic Ocean. Going along the prime meridian we reached the marginal ice zone before arriving at 80°50'N – the northernmost location of this expedition. Along the transect, observation of the hydrography and the circulation were acquired and water samples were taken.



In eastern Fram Strait the West Spitsbergen Current – representing the extension of the Gulf Stream – North Atlantic Current System - carries warm, saline waters to the north. While a part of this water subsequently continues its voyage to the Arctic Ocean, a sizable fraction of it leaves the boundary current and moves to the west within Fram Strait - only to flow back southward along its western side. This recirculation so far has received very little scientific attention, yet it supposedly plays a central role for the research questions of our expedition. Ultimately, the strength of the recirculation determines the amount of oceanic heat that can be transported onto the shelf of Northeast Greenland, where it contributes to the melting of the marine outlet glaciers.

Meanwhile we have crossed the East Greenland Current and find ourselves on the shelf of Northeast Greenland Current. Here the first sightings of icebergs remind us of the proximity of the Greenlandic coast. The Sea Ice Biology Team samples polar cod larvae with a bongo net on the Northeast Greenland shelf. Two net trawls have already been accomplished. The team aims at investigating the genetic connectivity of Greenland populations with other Arctic populations. Good knowledge on polar cod's spatial and temporal dynamics, population diversity and adaptive divergence is critical for making predictions about its future distribution in a changing Arctic Ocean and for protecting this key species in the Arctic.

Many greeting from board

Torsten Kanzow, Michaela Meier, Julia Ehrlich and Sarah Maes

## At the 79°N Glacier

[26. September 2017]

We are looking back on a very active and exciting week. In the beginning our work was still concentrated on the area of the shelf break of Northeast Greenland at the mouth of Westwind Trough, with the latter representing a depression leading toward the inner shelf. In the trough relatively warm Atlantic Water can be found near the sea floor.

Besides hydrographic measurements, geological sediment investigations using the gravity corer were a major focus. By means of this, we try to establish the area over which the Greenland ice sheet extended during the time of the last ice age, and in which succession it subsequently retreated. Also, we were able to collect sea floor samples using corer and lander systems based on which the impact of the glacial meltwater input into the ocean on benthic-biogeochemical processes shall be investigated.

Passing a number of icebergs, Polarstern followed toward the west along the axis of the trough, in which geological and benthic work were pursued. From thereon, also the geodesists, seismologists and glaciologists, all of which either carrying out research on the mainland of Greenland or on the 79°N glacier, could commence their helicopter-based operations.

We continued our way towards the coast of Greenland into Djimphna Sound. Dense ice fields allowed us only to move ahead rather slowly. Wedged between steep mountain ranges, Djimphna Sound leads toward the relatively small, northern calving front of the 79°N Glacier. We succeeded to recover an oceanographic mooring at the mouth of the sound, which had been measuring the outflow of the glacier-influenced ocean waters since August 2016. Given the presence of deep-reaching icebergs, we are very pleased about the save recovery of the instrumentation.



Subsequently, Polarstern sailed approximately 30 miles toward the south, and then entered the breathtakingly beautiful bay in front of the main calving front of the 79°N glacier, framed by snow-covered mountain ranges. This area represents a very important target of our expedition. The glacier exhibits a floating ice tongue, below which an 80 kilometers long cavity filled with sea water can be found. We succeeded to recover all four oceanographic moorings deployed last year in close vicinity of the calving front. Thus, the first-ever time series measurements from the ocean-glacier interface of the 79°N Glacier have become available. Apart from that a vessel-based measurement programme of the Atlantic Water and meltwater circulations in the bay and a chemical water sampling programme were carried out. In addition successful biogeochemical benthic samplings as well as geological coring efforts related to the ocean-glacier interaction were executed. We can further report

a successful dive of the autonomous underwater vehicle PAUL along the complex circulation pathway along the Atlantic Water toward the 79°N glacier. The work programme was accompanied by outside temperatures of up to -15°C and rapidly progressing new-ice formation. It is a result to the tireless efforts and the enormous experience of both the bridge and deck crews of Polarstern that we can operate complex measurement systems like the CTD rosette, the benthic landers or the underwater vehicle successfully. Owing to the persistent readiness of the helicopter team and the reliable predictions of the weather service on board, also the flight-based operations show some successes despite the unfavourable variable and winterly conditions. The geodesists and seismologists have been able to install measurement systems on the mainland while the glaciologists succeeded in performing a series of thickness measurements of the ice tongue of the 79°N Glacier.

I am sending kind greetings on behalf of the entire science team of the expedition,

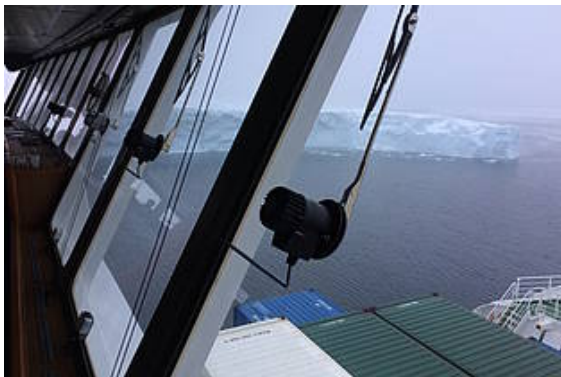
Torsten Kanzow



## Between Ile-de-France and Norske Oer

[05. October 2017]

This week started with a disappointment. As a result of very dense sea ice coverage we were unable to recover 3 moorings deployed near the northern edge of the embayment of the 79°N Glacier, in order to observe the circulation at the transition from Norske Trough in the south to Westwind Trough in the north.



On Monday we therefore continued our voyage toward the south. It is a consolation to know that these moorings may be safely recoverable in one or two years from now and will also continue to record measurements.

Thereafter we spent the entire week at a close distance from a chain of islands located directly in front of the coast of Greenland between Norske Oer in the north and Ile-de-France in the south. At times when the fog receded we could catch sight of wintery, rocky coastlines and one or the other polar bear. In partly difficult sea ice conditions we successfully carried out hydrographic measurements along four different sections. The scientific goal of the oceanographers were to study the circulation pathways of the Atlantic Water both along the axis of Norske Trough and between the trough and Jøkelbugten, an embayment located to the west of the aforementioned island chain. It is in this bay that the Zachariae Glacier discharges the ice masses supplied by the Northeast Greenland Ice Stream – the same ice stream drained from by the neighboring 79°N Glacier.

The water depths around the island chain are still largely unknown today. Owing to the navigational skills of the bridge personnel aboard Polarstern, the geologists conducted a survey of the bathymetry using the vessel mounted swath echo sounder – among impressing wide and huge icebergs. After the surveys, the oceanographers conducted hydrographic measurements at positions based on the freshly produced depth charts. The data will allow us to understand, in which way the Zachariae Glacier is exposed to the inflow of Atlantic Water. This work in turn was accompanied by a highly successful geology programme relying on gravity coring.

In addition, the benthic biologists operated the multicorer at 3 selected sites and further can look back on a deployment of their lander system and its subsequent recovery two days later. Fine progress can also be reported from the sea ice biology team. Their quadcopter – designed to collect air samples to establish the distribution of methane in the air column – accomplished a flight up to a height of 1000 m.

Meanwhile the poor visibility caused by clouds, fog and also icy rain restricted the helicopter based work substantially. Flights over larger distances could not be conducted at all due to security reasons. Despite of the adverse conditions, the helicopter pilots managed to make use of short weather windows, such that the



geodesists were able to both install a GPS measurement station on an island near-by and subsequently recover it later in the week. At the same location the geologists succeeded in collecting cosmogenic rock samples. Further the oceanographers succeeded in conducting a depth sounding and hydrographic measurements from an ice floe using mobile instrumentation in Jøkelbugten, which is out of reach of Polarstern due to the mélange of fast ice and icebergs found in the bay. Other important aims depending on helicopter flights, however, like the installation of an ice buoy right next to the Zachariae Glacier or additional glaciological measurements had to be cancelled, unfortunately.

In contrast to the beginning of the week, the subsequent mooring work went absolutely smoothly. Within just one day we were able to recover all four moorings on the Ile-de-France section across Norske Trough that had been deployed one year ago. The data will provide us with important information on the strength and fluctuations of the Atlantic Water circulation in Norske Trough.

Finally, we celebrated our mid-cruise barbecue party this week close the southern tip of Norske Oer. Two charcoal barbecue sets were placed in a wind-protected area on the working deck, and a tasty variety of meats, salads and many delicious things more had been prepared for us. Our deepest thanks goes to the kitchen, service and deck personnel on board, who made this wonderful evening possible for us.

Many greetings on behalf of the entire scientific crew on board,

Torsten Kanzow

## On the outer shelf

[10. October 2017]

In the beginning of the week we left the coast of Greenland. Leaving icebergs and sea ice behind us, we steamed in a south-easterly direction along the axis of Norske Trough toward the mid-shelf, where both a sill can be found in the trough and the northern slope toward the shallow Belgica Bank is particularly steep. In this location we expected to find the inflow of the Atlantic Water to be particularly focussed as a boundary current.



Here the autonomous underwater vehicle Paul was launched one more time, in order to observe the detailed structure of the boundary current. This was accompanied by vessel-based measurements (CTD, microstructure, LADCP, benthic sediment samples), which confirmed the presence of the boundary current. Upon completion of the task, we headed eastward along a course located to the north of Norske Trough toward the outer shelf, only to return southward along 10°E to the area of Norske Trough. Along the passage we operated hydrographic measurements, complemented by biological sampling based on the bongo net. We were able to show, that even in this relatively shallow area of the shelf, warm Atlantic Water was present near the sea floor. Three moorings in total were deployed, that shall be recovered again in 2018. Subsequent analyses shall show, whether Atlantic Water from this region is injected into the trough, such that it is transported to coast of Greenland.

On Wednesday we continued our way toward the shelf edge along the axis of Norske Trough. Here we were able to recover an oceanographic mooring, took sediment samples for biogeochemical studies and subsequently deployed a lander at the same site. We then pursued a programme along a section across the shelf edge onto the continental slope, composed of hydrographic measurements, gravity corer operations, biological net catches and sediment sampling.

Here, stormy winds challenged our progress during Thursday and the night to Friday. A lander deployment had to be cancelled and for many hours any deployment of scientific gear became impossible. In significantly calmer conditions on Friday morning we deployed an oceanographic mooring in the East Greenland Current, in order to be able to connect the circulation in Norske Trough with the large-scale current system in Fram Strait. We then successfully recovered the lander we had deployed two days earlier and in the following night we completed the somewhat shortened measurement programme on the continental slope that we had started on the previous day.

Over the course of Saturday we left the continental slope in a southeasterly direction toward Greenland Sea. Here two deep-sea CTD casts were performed for instrument calibration purposes in a region in which AWI had started a time series station many years back. Compared to the historical observations our measurements suggest, that the long-term increase of the bottom water temperatures in Greenland Sea has steadily progressed further – most

likely as a result of the shift from deep to shallower winter-time convection in this area. In the night to Sunday we started the transit to Bremerhaven, where we are scheduled to arrive in the evening of 13 October.

In the context of global sea level rise and the widespread retreat of the Greenland ice sheet, the expedition PS109 served the study of both the interaction between the ocean and glaciers in Northeast Greenland and the impact of this interaction on the regional marine ecosystem. It was especially during the second and third week of the expedition, when we conducted our field programme in the vicinity of the coast – in sight of the 79°N Glacier within dense sea ice in winterly conditions, surrounded by icebergs – that we were able to make a strong visual connection between our measurement programme and the rough nature of Northeast Greenland. We return home with many valuable data sets and samples, memories of spectacular sights und full of thanks to the captain and the crew of Polarstern.

Many greetings on behalf of the scientific crew on board,

Torsten Kanzow